

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-250423

(43)Date of publication of application : 14.09.2001

---

(51)Int.Cl. H01B 3/00

C08J 9/04

C08K 3/00

C08K 7/00

C08L 25/04

C08L101/00

H01Q 15/08

/(C08L 25/04

C08L 71:12 )

---

(21)Application number : 2000- (71)Applicant : ACHILLES CORP  
058786

(22)Date of filing : 03.03.2000 (72)Inventor : NAKAYAMA NAOKI

---

BEST AVAILABLE COPY

## (54) HEAT-RESISTANT DIELECTRIC FOAM

### (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a light-weight heat-resistant composite dielectric foam used in a device such as antenna and laser reflector that has heat-resistance and size stability at a temperature of 80°C or more together with a specific dielectric constant not significantly varying with the temperature.

SOLUTION: This heat-resistant dielectric foam is obtained by substantially uniformly dispersing a dielectric ceramic material in a heat-resistant resin foam, having a specific dielectric constant of 1.0 to 2.0, dielectric loss tangent of 0.005 or less, and specific gravity of 0.3 to 0.02 g/ml. The heat-resistant resin is preferably composed of 50 to 95 pts.wt. of a styrenic resin and 50 to 5 pts.wt. of a polyphenylene ether resin.

---

### LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's  
decision of rejection]

[Kind of final disposal of application  
other than the examiner's decision of  
rejection or application converted  
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of requesting appeal against  
examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Heat-resistant dielectric foam which it is dielectric foam by which the dielectric ceramics is substantially distributed by homogeneity at the foam which consists of heat resistant resin, specific inductive capacity has the value of the range of 1.0 thru/or 2.0, and a dielectric dissipation factor shows 0.005 or less value, and is characterized by being the value whose specific gravity is 0.3 thru/or 0.02g/ml.

[Claim 2] Said heat resistant resin is heat-resistant dielectric foam according to claim 1 characterized by consisting of styrene resin 50 thru/or 95 weight sections and polyphenylene ether system resin 50 thru/or the 5 weight sections.

[Claim 3] Said dielectric ceramics distributed in foam is mainly powdered or heat-resistant dielectric foam according to claim 1 which consists of a whisker-like thing and is characterized by the contents of this dielectric ceramics being 5 % of the weight or more thru/or 50 % of the weight or less based on the total quantity of said heat resistant resin which constitutes said foam, and this dielectric ceramics.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the heat-resistant dielectric foam which consists of a foaming dielectric material. Moreover, this invention offers the foam which can be used as a dielectric, especially the foam which can be used for the dielectric material of each class which constitutes the spherical mold dielectric lens using the principle of a roux NEBERUKU lens.

[0002]

[Description of the Prior Art] The spherical mold dielectric lens using the principle of a roux NEBERUKU lens is known for many years, and is used for the radar-waves reflector, the antenna, etc. from the property. JP,43-27061,B has the indication about the structure of this kind of dielectric. In this official report, the dielectric constant falls as the dielectric constant of a spherical core is called 2.0 and the ideal form of a spherical mold dielectric lens goes outside it, and in the epidermis section of the outermost layer, it is taught that it is the solid sphere from which a dielectric constant changes continuously so that it may be set to 1.0. However, producing the solid sphere from which specific inductive capacity

actually changes to this appearance continuously is using as the spherical mold dielectric lens structure which usually accumulated the spherical dielectric of plurality (5 thru/or 15 layers) with which specific inductive capacity differs in the shape of a layer toward the outside from the core of this alignment, in order to be accompanied by the difficulty on manufacture, and great costs. That is, specific inductive capacity of the maximum outline layer is made about into 1.0, specific inductive capacity is made high as it goes to a inner layer after that, and the core layer of a core is manufactured as a solid sphere with the structure made into about 2.0 specific inductive capacity.

[0003] As dielectric materials which constitute a these layer-like solid sphere, the complex-dielectrics ingredient which comes to put the mean particle diameter of 0.1mm thru/or an about 1.0mm aluminum metal grain into a plastics dielectric at JP,56-38003,B is indicated. Moreover, the mixed dielectric materials which are mixed and become [ the specific inductive capacity of a request of minerals hollow \*\*\*\*, such as a foamed-plastics grain or glass balun, and milt balun, and the metal coat grain which covered these front faces with the metaled thin film ] JP,60-52528,B with a suitable mixing ratio so that may be obtained are indicated. Furthermore, the dielectric materials which come to mix the metallic foil flake which covered one side thru/or both sides of a metallic foil with the resin which there are fizz resin and compatibility and contains a surfactant to fizz resin are indicated by JP,61-21147,B.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the spherical dielectric lens using the principle of a radar reflection machine and the roux NEBERUKU lens used as an antenna must assume that the many are used over a long period of time in all outdoor locations. For example, in the flame world directly under the equator, since the internal temperature of a dielectric lens exceeds 80 degrees C, it will be in the temperature condition below the freezing point in the midwinter under high latitude. In order to hold the stable engine performance over a long period of time in this intense temperature change, it must have sufficient heat-

resistant ability and high dimensional-stability ability with it. Moreover, in the temperature requirement (-40 thru/or 80 degrees C) in consideration of these service conditions, if change of specific inductive capacity is not small, the stable engine performance cannot be held. Furthermore, there is a numeric value of a dielectric dissipation factor ( $\tan\delta$ ) as an important property which influences the engine performance as a dielectric material for a spherical mold dielectric lens. Since loss (loss) of the dielectric constant in this ingredient will occur greatly if this dielectric dissipation factor is large though it goes into the range of 1.0 thru/or 2.0 for which specific inductive capacity asks, it becomes impossible for the engine performance as a laser reflective machine or an antenna to fully demonstrate it, although this becomes an index showing dielectric loss. Therefore, it is necessary to make the value of this dielectric dissipation factor ( $\tan\delta$ ) or less into 0.005. Moreover, when the volume of a multilayer Plastic solid becomes large, lightweight, since [ also although this is installed further, ] a great effort and costs start, conveyance and, i.e., specific gravity is small, is desirable.

[0005] In the conventional technique, some proposals and attempts have been made that these technical problems should be solved.

1) After carrying out optimum dose mixing of a diameter 0.5 [ about ] thru/or the 1.0mm high grade aluminum particle in JP,56-38003,B at this, using foaming polystyrol with a specific gravity of 0.117g [/ml ] as a plastics dielectric material, these are made into the Plastic solid by using acetic-acid vinyl polymer as a binder. However, it is very difficult to mix the light foaming polystyrol of specific gravity, and an aluminum particle with heavy specific gravity to homogeneity in this case, and when it considers as a Plastic solid, in the interior of a Plastic solid, the variation in specific gravity and the concentration variation of aluminum will arise. Moreover, although acetic-acid vinyl polymer is used as the binder, if many [ if there are few these amounts, it will become inadequate pasting up and a Plastic solid will serve as a very weak object, and ], since the operation which gathers the dielectric constant at the time of considering as a Plastic solid will

decrease, accommodation of the loadings of that binder is difficult. Moreover, as specific gravity for specific inductive capacity to obtain 2, ml is needed in 0.3g /or more from this example.

[0006] 2) The approach of mixing suitably the metal coat particle which covered the front face of a foamed-plastics particle with the thin film of metals, such as copper and aluminum, by approaches, such as vacuum evaporation, carrying out heat foaming, and fabricating to the plastics particle which foamed 20 thru/or 30 times, is indicated by JP,60-52528,B. Although the problem to which specific gravity also becomes large by raising uneven mixing and the specific inductive capacity which are produced in order to mix the derivative with which the specific gravity looked at by JP,56-38003,B of the above 1 differs by this reference is solved, a new problem has arisen. That is, although thermoforming is carrying out thermal melting arrival of the resin particle which is in a mold with the heat by a steam etc. mutually, to the metal coat particle covered with the metal thin film, of course, there can be thermal melting arrival nature a front face, and no cannot fabricate it. Therefore, if the mixed rate of a metal coat particle is increased in order to gather a dielectric constant, the welding nature of a Plastic solid will become the object which falls rapidly and cannot bear weak practical use of physical properties on the strength. Furthermore, when vapor-depositing the front face of a foamed-plastics particle with a metal, a great effort and costs start and are not realistic.

[0007] 3) The metallic foil flake which carried out surface preparation under some conditions in JP,61-21147,B is kneaded inside form polystyrene and an extruder, after considering as a strand, it judges, and it is considering as the pellet.

According to this approach, if composite material's being unmixable to homogeneity and specific inductive capacity are gathered, the fault of the dielectric materials shown in two official reports of the point that metal balking arises at the time of that specific gravity becomes large and shaping will be canceled, but since the metallic foil flake is used, a dielectric dissipation factor becomes high. Moreover, as engine performance of the fizz dielectric obtained in

this reference, although the specific inductive capacity of foam and the relation of specific gravity are indicated in the example, any specific gravity of foam is 0.3 or more, and is known by that it is high density altogether.

[0008] As mentioned above, dielectric materials with engine performance practical and sufficient with the conventional technique were not able to be obtained. This invention is made based on such a background. in order [ namely, ] to obtain suitable dielectric materials aiming at using it on the outdoors like the spherical mold dielectric lens using the principle of a roux NEBERUKU lens --; in which use in the :1 outdoor flame world is also possible and which holds the thermal resistance of 80 degrees C thru/or 100 degrees C, and has especially 80 degrees C or more of satisfactory dimensional stability high in the range

2) The variation of specific inductive capacity is small to a temperature change (-40 thru/or 80 degrees C).;

3); whose dielectric dissipation factor specific inductive capacity is 0.005 or less within the limits of 1.0 thru/or 2.0, and 4 -- the conditions lightweight; must be fulfilled. This invention aims at offering the foaming dielectric materials which fill this technical problem.

[0009] Paying attention to having specific inductive capacity and a very low dielectric dissipation factor excellent in polystyrene as dielectric materials, and its foaming engine performance, this invention person inquired wholeheartedly so that he may solve the above-mentioned technical problem. It came to invent the new heat-resistant foam suitable for the application of a spherical mold dielectric lens by choosing the resin system of special combination out of the blend which used styrene as the base as a result or a copolymer, and a styrene simple substance, and considering as heat resistant resin, and choosing the ceramics which is high dielectric materials at a specific rate, mixing with the above-mentioned resin, and producing composite material.

[0010]

[Means for Solving the Problem] Although it has the specific inductive capacity



and the dielectric dissipation factor of a proper with it in polymeric materials, respectively, in this, polystyrene is before and after specific inductive capacity 2.5 in the state of un-foaming, and the dielectric dissipation factor holds the low value 0.0002 order again. Therefore, by foaming in this polystyrene suitably, it is possible to prepare the foam which has the specific inductive capacity of 2.5 or less order according to that specific gravity difference. When it is going to produce the specific inductive capacity 1.0 which is the above-mentioned technical problem thru/or 2.0, in order to obtain especially a with a specific inductive capacity of 1.5 or more part, specific gravity must be made into 0.4 or more order, and it will become however, less lightweight. For this reason, in order to attain lightweight-ization, using the dielectric characteristics of polystyrene, the ingredient which has other dielectric characteristics is mixed. When only making specific inductive capacity of a dielectric material high here, also in using a metal powder, a metallic foil (aluminum flake), etc. for polymeric materials like the bibliography mentioned above, it is possible, but since the value of a dielectric dissipation factor is also made high in this case, it is not desirable. In addition, it cannot be said as what was suitable since the variation of specific inductive capacity to a temperature change was large again when using a metal. The dielectric ceramics which, on the other hand, has a characteristic dielectric special feature has the operation which makes specific inductive capacity high by mixing to heat-resistant foam. And when using it for the heat resistant resin of this invention, it turned out that the stable and high specific inductive capacity shown in the above-mentioned technical problem, a low dielectric dissipation factor, and the conditions of lightweight-izing can be satisfied by mixing of the dielectric ceramics.

[0011] Furthermore, 80 degrees C is a limitation, in the use beyond this temperature, contraction of a rapid dimension will be seen and a clearance will produce the thermal resistance of form polystyrene between each class. For this reason, to use to the spherical mold dielectric lens using the principle of the above rous NEBERUKU lenses, it is unsuitable. Then, in order to give heat-

resistant ability to styrene resin, to secure the dimensional stability and to create heat resistant resin, this invention persons considered the blend of a styrene monomer, a copolymer, or them and other resin. Consequently, the blend with styrene resin and resin excellent in the thermal resistance of polyphenylene ether system resin etc. found out excelling most.

[0012] Therefore, this invention is dielectric foam by which the dielectric ceramics is substantially distributed by homogeneity at the foam which consists of heat resistant resin, and it is related with the heat-resistant dielectric foam which specific inductive capacity has the value of the range of 1.0 thru/or 2.0, and a dielectric dissipation factor shows 0.005 or less value, and is characterized by being the value whose specific gravity is 0.3 thru/or 0.02g/ml. Said heat resistant resin is preferably characterized by consisting of styrene resin 50 thru/or 95 weight sections and polyphenylene ether system resin 50 thru/or the 5 weight sections. It consists of a whisker-like thing and the content of this dielectric ceramics is characterized by that said dielectric ceramics furthermore distributed in the above-mentioned foam is mainly powdered, or being 5 % of the weight or more thru/or 50 % of the weight or less based on the total quantity of said heat resistant resin which constitutes said foam, and this dielectric ceramics.

[0013]

[Embodiment of the Invention] As dielectric ceramics used for the heat-resistant dielectric foam of this invention, there are barium titanate, titanic-acid calcium, titanic-acid magnesium, strontium titanate, lead titanate, etc., it is independent, or it can mix suitably and these can be used. These ceramics is added by the shape of powdered or a whisker. Usually, as for ceramic powder, it is desirable to use a thing with a mean particle diameter of 10 micrometers or less in consideration of the ease of dealing with it in the case of dispersibility and a granulation.

Moreover, in a whisker, the thing of 0.1-10 micrometers of diameters of fiber and the range of about 1-100-micrometer die length can be used. As for this dielectric ceramics, based on the heat resistant resin in heat-resistant dielectric foam, and the total quantity of the dielectric ceramics, it is desirable 5 % of the weight or

more thru/or that they are 20 % of the weight or more thru/or 40 % of the weight or less preferably 50 or less % of the weight. If the ceramics is added exceeding 50 % of the weight based on the heat resistant resin in heat-resistant dielectric foam, and the total quantity of the dielectric ceramics, since foaming will become difficult, since the physical properties of this foam will also become weak, the obtained foam cannot bear use, except that the consistency for which it asks is not obtained. Moreover, on the contrary, at less than 5 % of the weight, there is no improvement effectiveness of specific inductive capacity as opposed to foam in the addition to the ceramics not much, therefore the specific gravity cannot be made small.

[0014] Next, the heat resistant resin used for the heat-resistant dielectric foam of this invention includes the special combination of the resin system out of the blend which used styrene as the base or a copolymer, and a styrene simple substance so that it may use the high specific inductive capacity of styrene, and a dielectric dissipation factor. In order to raise the thermal resistance of styrene resin in it, the case where polyphenylene ether system resin is blended was most excellent. The case where it consists of resin with which heat resistant resin consists of styrene resin 50 thru/or 95 weight sections and polyphenylene ether system resin 50 thru/or the 5 weight sections especially is desirable. Moreover, the heat resistant resin which consists of styrene resin 70 thru/or 85 weight sections and polyphenylene ether system resin 30 thru/or the 15 weight sections is still more desirable. The heat-resistant ability (the rise effectiveness of the melting point) of a request of as opposed to [ that polyphenylene ether system resin is below 5 weight sections in this blend ] polystyrene is not fully obtained. Moreover, if added exceeding 50 weight sections, although the heat-resistant ability of polystyrene will improve, on the usual foaming conditions, foaming cannot become difficult and it cannot be made the scale factor for which it asks. Moreover, it is not desirable from the value of a dielectric dissipation factor worsening.

[0015] As base material resin for the heat resistant resin of this invention, it is

also still more possible to choose styrene copolymers other than the above-mentioned blend, such as a copolymer with an alpha-methyl-styrene-styrene copolymer, an alpha-methyl-styrene-acrylonitrile copolymer, the ternary polymerization object of styrene-alpha-methyl-styrene-acrylonitrile, a styrene maleic anhydride copolymer, and a styrene-maleimide derivative, a styrene-acrylic ester copolymer, a styrene-methacrylic ester copolymer, a styrene-acrylic, or a methacrylic-acid copolymer. Even if it is this case, the amount of the sum total of the styrene contained in [ all ] resin, alpha methyl styrene or styrene, and alpha methyl styrene must be more than 50 weight sections in [ all ] the resin 100 weight section. If these resin becomes 50 or less % of the weight, the value of the dielectric dissipation factor at the time of making it foam cannot worsen, and 0.005 or less value for which it asks cannot be held. In addition, it should be understood that "heat resistant resin" means what accepts to other various additives other than a foaming agent other than main resinous principles (base material resin) like the blend shown above or a copolymer, accepts the need considering an assistant as the component at a modifier list, and is included in this invention.

[0016] How to dissolve a well-known technique, for example, 1 polyphenylene-ether system resin, in producing the heat resistant resin which is generally the blend with the above-mentioned styrene resin and polyphenylene ether system resin from the former at a styrene system monomer, to add a polymerization initiator, to carry out a suspension polymerization by the drainage system, and to obtain a heat-resistant-resin particle;

2) Styrene resin and polyphenylene ether system resin are kneaded and extruded with an extruder, and the method of obtaining a heat-resistant-resin pellet etc. is used. In manufacturing the foam of this invention, the heat-resistant foaming resin particle (pellet) which sank in can use a foaming agent for heat resistant resin in practice. How to sink in a foaming agent in a suspension system in the heat-resistant-resin particle which the approach of sinking in a foaming agent could also use the well-known technique for the heat resistant resin which

the above produced as it was from the former, for example, was obtained by three suspension polymerizations, or the heat-resistant-resin pellet obtained from the extruder;

4) Within an extruder, after kneading styrene resin and polyphenylene ether system resin, into an extruder, add a foaming agent, sink in at heat resistant resin, and the approach of acquiring as a foaming pellet etc. is.

[0017] Furthermore, the above-mentioned heat resistant resin must be made to contain the dielectric ceramics in homogeneity in this invention. For this reason, although it is possible to add the dielectric ceramics so much in the suspension-polymerization system of heat resistant resin, since this polymerization system becomes remarkably unstable by this, mixing in an extruder is desirable [ the dielectric ceramics ]. Therefore, it is the approach of obtaining the heat-resistant foaming resin particle by which the foaming agent was sunk in in the suspension system in this heat-resistant-resin pellet, and the high dielectric ceramics went into homogeneity after also mixing the high dielectric ceramics to coincidence and obtaining the heat-resistant-resin pellet containing ceramic as the approach, when kneading (A) styrene resin and polyphenylene ether system resin with an extruder.;

(B) The heat-resistant-resin particle obtained by the suspension polymerization, or the heat-resistant-resin pellet obtained from the extruder the approach of the approach (above 3) of sinking in a foaming agent in a suspension system, or within an extruder After kneading styrene resin and polyphenylene ether system resin Into an extruder, add a foaming agent, sink in at heat resistant resin, and kneading extrusion of the high dielectric ceramics is carried out to the heat-resistant foaming resin particle (pellet) obtained by the approach of the approach (above 4) of acquiring as a foaming pellet within an extruder. How to obtain the heat-resistant foaming \*\*\*\*\* let with which the high dielectric ceramics went into homogeneity;

(C) Within an extruder, the high dielectric ceramics is also added at the time of kneading with styrene resin and polyphenylene ether system resin, and after

kneading them, into an extruder, a foaming agent is added and it sinks in at heat resistant resin, and there is approach; which obtains the heat-resistant foaming resin pellet with which the high dielectric ceramics went into homogeneity by obtaining as a foaming pellet. Moreover, also when mixing the dielectric ceramics to the heat resistant resin which uses a styrene system copolymer as base material resin, according to the approach of C, it can carry out to it from above-mentioned A fundamentally.

[0018] It \*\*, and after the made heat-resistant foaming resin particle (pellet) fully performs desiccation processing which used the dryer etc., it is classified by the thing of particle diameter predetermined with a sieving machine, and subsequently, the heat-resistant-resin particle which had blend agents, such as lubricant and an antistatic agent, classified is mixed, and it is usually sealed and packed up in a drum etc. after that. By carrying out a deer, carrying out pre-expansion of the kept heat-resistant foaming resin particle even to the apparent specific gravity of arbitration as occasion demands, and subsequently being filled up with a pre-expansion particle in dice, such as metal mold, according to a conventional method, by carrying out heating foaming using a steam, welding of the pre-expansion particle can be carried out mutually, and the foaming article (foam) of a desired configuration (dimension) can be made.

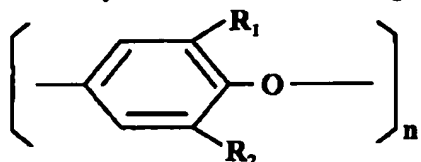
[0019] A copolymer (made from 50% or more of rate using a styrene monomer.) not only with the homopolymer of a styrene monomer but other monomers is contained in the above-mentioned styrene resin in heat resistant resin. The permutation styrene other than independent styrene, such as alpha methyl styrene, ethyl styrene, and p-chloro styrene, is contained in a styrene monomer. Moreover, vinyl system monomers, such as acrylonitrile, vinyltoluene, and vinylcarbazole, etc. are mentioned to the monomer of the other party of a copolymer at acrylate (meta), such as methyl methacrylate, methyl acrylate, butyl methacrylate, and butyl acrylate, and a list. These may be used independently and may use together two or more sorts of things. Therefore, as styrene resin used for this invention, the copolymer of others, styrene, and permutation styrene

(for example, alpha methyl styrene etc.) or the copolymer of styrene and a vinyl system monomer (for example, acrylonitrile) is mentioned. [ styrene /, such as Pori alpha methyl styrene besides polystyrene and Pori p-chloro styrene, / Pori permutation ] As more desirable styrene resin, a polystyrene and polystyrene-butadiene copolymer, a polystyrene-maleic-anhydride copolymer, a polystyrene-acrylonitrile copolymer, the graft copolymer of styrene, etc. are mentioned. Moreover, although the styrene resin of the amount of giant molecules which has weight average molecular weight 150,000 thru/or 500,000 and which has weight average molecular weight 200,000 thru/or 300,000 more preferably is usually used as the above-mentioned styrene resin, it is also possible partially to blend the styrene resin of low molecular weight more.

[0020] Moreover, it is not restricted to the styrene resin newly compounded by the suspension polymerization, but the styrene resin reproduced by reuse(recycle)-ization of styrene resin foam etc. is applied to the above-mentioned styrene resin. It is desirable also from recycling of a resource, and the field of environmental protection to use the reproduced styrene resin for the raw material of heat resistant resin. Therefore, in recent years, use of the reproduced styrene resin is progressing quickly. The styrene resin particle (the so-called playback pellet) of the pellet gestalt acquired by extruding the grinding object, supplying to the inside of a plane and carrying out extrusion molding to it is contained by reducing the volume by melting etc., if collect the styrene resin and styrene resin foam which were circulated and used for the commercial scene and it is in this foam in the reproduced styrene resin continuously, and subsequently decision grinding the collected styrene resin finely. Moreover, the heat-resistant-resin particle of the off-grade produced in the manufacture process in the production works of a heat-resistant-resin particle, i.e., particle size, can also use the playback pellet obtained for the styrene resin in this invention as reproduced styrene resin by collecting the heat-resistant-resin particles besides the demand quality which less than 0.5mm or particle size exceeds 2mm, and is not suitable for the general application of styrene resin foam, and carrying out extrusion

molding of this.

[0021] moreover, the polyphenylene ether system resin as a blend component with styrene resin -- the degree type I -- [Formula 1]



(Among a formula, mutually-independent [ of R1 and R2 ] is carried out, and they express the carbon atomic number 1 thru/or the alkyl group of 4, or a halogen atom. n) polymerization degree is expressed. The polyphenylene ether system resin expressed is said. As the concrete example Pori (2, 6-dimethyl phenylene -1, 4-ether), Pori (2, 6-diethyl phenylene -1, 4-ether), Pori (2, 6-dichloro phenylene -1, 4-ether), Pori (the 2-methyl-6-ethyl phenylene -1, 4-ether), Pori (the 2-chloro-6-methyl phenylene -1, 4-ether), Pori (the 2-methyl-6-isopropyl phenylene -1, 4-ether), Pori (2, the 6-G n-propyl phenylene -1, 4-ether), Pori (the 2-BUROMO-6-methyl phenylene -1, 4-ether), Pori (the 2-chloro-6-BUROMO phenylene -1, 4-ether), Pori (the 2-chloro-6-ethyl phenylene -1, 4-ether), etc. are mentioned. That polymerization degree n should just be 10-5000, if 5000 is exceeded, uniform heat-resistant foam will be hard to be obtained, and the foam which has the target thermal resistance will be hard to be obtained less than by ten.

[0022] moreover, the heat resistant resin of this invention -- setting -- a foaming agent (volatility) -- usually -- the styrene resin 100 weight section -- being based - - 2 thru/or 10 weight sections -- it is more preferably used in 2 thru/or 5 weight sections. As an volatile foaming agent, halogenated hydrocarbon, such as aliphatic hydrocarbon, such as a propane, butane, n pentane, an isopentane, and a hexane, or a methyl chloride, and Freon, is used, for example. These volatility foaming agent may be used independently, and may be used in two or more sorts of combination. However, the aliphatic hydrocarbon which cannot cause environmental destruction easily is used preferably. Butane or a pentane is more preferably used from the point that there is little fly off of an volatile foaming agent in the case of desiccation processing of a fizz resin particle, and there are



few amounts of foaming agent residuals at the time of considering as a foaming article, and a pentane is most preferably used especially from it. Except for the case where the heat-resistant-resin particle of the off grade which has already contained the foaming agent is used as a raw material, it succeeds in the sinking-in processing of a volatile foaming agent to a styrene resin particle.

[0023] Assistants are a flame retarder, a plasticizer, an antistatic agent, a coloring agent, lubricant, etc. at other additives of various kinds of which can be blended in a suitable amount if needed into the heat resistant resin of this invention, and a modifier list. These drugs are used choosing them from what is conventionally used in the heat-resistant-resin particle suitably, and are added in the process of extrusion molding of styrene resin, or the process of sinking [ of a foaming agent ] in. For example, as a flame retarder, a hexa bromine cyclo dodecane, tetrabromobisphenol A, a pen tableau MOMONOKURORU cyclohexane, etc. are mentioned. Moreover, as an example of a plasticizer, DOP, DOA, DBP, palm oil, palm oil, etc. are mentioned.

[0024] The dielectric foam concerning this invention by which the dielectric ceramics is substantially distributed by homogeneity at the foam which consists of heat resistant resin is outstanding foam which fulfills all the conditions of the dielectric foam in 0.3 thru/or 0.02g/ml with; specific gravity "it has the thermal resistance of 80 degrees C or more, and the variation of specific inductive capacity is small, and a dielectric dissipation factor is [; specific inductive capacity ] 0.005 or less within the limits of 1.0 thru/or 2.0 to; temperature change (-40 thru/or 80 degrees C), and lightweight very" which is the above-mentioned technical problem. Therefore, the heat-resistant dielectric foam of this invention can be used for various applications of other common use which can use it as dielectric materials for [ for / using the spherical mold dielectric lens using the principle of a radar-waves reflector, for example, the above-mentioned roux NEBERUKU lens, / radar-waves reflectors ] antennas, and uses dielectric materials. In addition, the specific inductive capacity indicated in this specification and the value of a dielectric dissipation factor can be measured with the

cavernous resonance method which uses a tabular sample. That is, the sample of thickness  $d$  is inserted in a cavity resonator, alignment is taken by the axial length changing method, next, remove a device under test, it is made to align by the axial length changing method again, and both axial length's difference  $s$  is measured. Specific inductive capacity and a dielectric dissipation factor are computed by applying the  $s$  value and  $d$  value which were acquired to a predetermined formula (Keiji Suzuki work, "microwave measurement" RF measurement complete-works No.4, the Corona Publishing \*\*, the 3rd edition, 1961, 180 pages - 205 pages).

[0025]

[Example] Although the following examples explain this invention to a detail further, these examples do not aim at limiting this invention.

[0026] The barium titanate 25 weight section (20 % of the weight) of 10 micrometers or less of mean diameters was supplied in the extruder as the polystyrene resin 85 weight section of an example-1 main raw material and the polyphenylene ether resin 15 weight section, and a high dielectric, this was extruded with the gestalt of a strand following kneading on melting by heating, and a screw, and the strand was cut and pelletized in the rotary system pelletizer after that. N pentane 150gr (it is 10 % of the weight to a resin pellet) of an volatile foaming agent was pressed fit having put in heat-resistant resin pellet 1500gr containing the obtained dielectric into the autoclave of 5L, and having supplied phosphoric-acid Mitsubishi ashes 15gr and sodium dodecylbenzenesulfonate 0.15gr in the autoclave as ion-exchange-water 2500gr and a dispersant further, then agitating this mixture. Subsequently, n pentane was made to sink into a resin pellet by carrying out the temperature up of the aquosity suspension system in an autoclave to 130 degrees C, and holding the condition for 6 hours. After this processing, the aquosity suspension system was cooled to the room temperature, and the generated heat-resistant compound dielectric foaming resin particle was dehydrated with the centrifugal separator after rinsing, and it riped for five days at 20-degree-C room temperature after desiccation with the dryer. Thus, the

obtained heat-resistant compound dielectric foaming resin particle performed pre-expansion with the steam, and made it the relative bulk density of Table -1. After riping a pre-expansion particle, it supplied in the die of an automatic making machine, and fabricated, and 30x30x5cm mold goods were obtained. A part of this cast was cut down to 50x50x1.0mm, and the specific inductive capacity in 12GHz and a dielectric dissipation factor ( $\tan\delta$ ) were measured with the cavernous resonance method which uses said tabular sample. This result was shown in Table -1. Moreover, from the above-mentioned mold goods, the sample with a magnitude of 10x10x2.5cm was started, this was put into 85-degree C oven from foaming at back 5 every day, and the condition was held for one week. Then, the sample was taken out from oven, the length, the horizontal die length, and thickness were measured, and it asked for change (contraction) with the dimension before putting into oven as a rate of a dimensional change. There is so little dimension contraction of a foaming article that the rate of a dimensional change is more small, and it is admitted that thermal resistance is higher.

[0027] In example -2 example -1, the polystyrene resin of the main raw material was performed like the example -1 except changing 70 weight sections and polyphenylene ether resin into 30 weight sections.

[0028] In example of comparison -1 example -1, it carried out like the example -1 except having not added barium titanate as a high dielectric by making the polystyrene resin of the main raw material into the 100 weight sections, not using polyphenylene ether resin.

In example of comparison -2 example -1, it carried out like the example -1 except having not used polyphenylene ether resin by making the polystyrene resin of the main raw material into the 100 weight sections.

In example of comparison -3 example -1, the polystyrene resin of the main raw material was performed like the example -1 except changing 40 weight sections and polyphenylene ether resin into 60 weight sections.

[0029] A result is summarized in Table -1.

(表-1)

ロット	嵩比重	比誘電率	誘電正接	寸法変化率 (%)
実施例-1	0.03	1.15	0.0012	0.3
	0.09	1.41	0.0014	0.3
	0.17	1.73	0.0017	0.3
	0.24	2.01	0.0019	0.2
実施例-2	0.08	1.35	0.0017	0.2
	0.16	1.70	0.0021	0.2
	0.26	2.07	0.0023	0.1
比較例-1	0.05	1.08	0.0001	2.3
	0.11	1.15	0.0001	1.9
	0.25	1.30	0.0001	1.9
	0.38	1.45	0.0002	1.7
比較例-2	0.1	1.41	0.0011	1.8
	0.18	1.72	0.0014	1.6
	0.24	2.03	0.0016	1.6
比較例-3	0.25	2.03	0.0052	0.1
	0.29	2.24	0.0054	0.1
	0.38	2.63	0.0057	0.1以下

[0030] The result shown in Table -1 shows the following things.

1) By the system which entered 20 % of the weight of barium titanate as the polyphenylene ether resin 15 weight section of an example -1, and a high dielectric, specific gravity can secure 2.0 or more specific inductive capacity for which it asks less than by 0.3, and the value of a dielectric dissipation factor also has it. [ low ] Furthermore, the rates of a dimensional change in the inside of 85-degree-C oven are also 0.2 - 0.3%, and a low value.

2) By the system which entered 20 % of the weight of barium titanate as the polyphenylene ether resin 30 weight section of an example -2, and a high dielectric, specific gravity can secure 2.0 or more specific inductive capacity for which it asks less than by 0.3, and the value of a dielectric dissipation factor also has it. [ low ] Furthermore, the rates of a dimensional change in the inside of 85-degree-C oven are also 0.1 - 0.2%, and a low value. On the other hand, although it was the system by which, as for the example -1 of 3 comparisons, the barium titanate as polyphenylene ether resin and a high dielectric is not added to these examples, even if specific gravity exceeded 0.3, specific inductive capacity was less than 1.5 low values. Although the value of a dielectric dissipation factor was low, the rate of a dimensional change in the inside of 85-degree-C oven was as large as 1.7 - 2.3%, and it turned out in use at this temperature that big

dimension contraction arises. Moreover, although the example -2 of 4 comparisons was a system by which polyphenylene ether resin is not added and specific inductive capacity and the value of a dielectric dissipation factor were good, the rate of a dimensional change in the inside of 85-degree-C oven was as large as 1.6 - 1.8%, and it turned out that big dimension contraction arises in use at this temperature. Furthermore, although the example -3 of 5 comparisons is a system with as much polyphenylene ether resin as [ 60 weight sections ], the foaming force is low and specific gravity is heavy. Moreover, since there are many amounts of polyphenylene ether resin, its value of a dielectric dissipation factor is high.

[0031] an example -3 -- with the heat-resistant foaming particle (2 weight sections being included as polystyrene resin 85 weight section and polyphenylene ether resin 15 weight section, and foaming agent) 102 weight section in which the foaming agent is already contained The barium titanate 67 weight section (40 % of the weight) of 10 micrometers or less of mean diameters is supplied in an extruder as a high dielectric. This was extruded with the gestalt of a strand following kneading on melting by heating, and a screw, the strand was cut in the rotary system PERETA riser after that, and the heat-resistant compound dielectric foaming resin pellet containing a foaming agent was obtained. Like the example -1, from pre-expansion to shaping was performed and this pellet was evaluated. This result was summarized in Table -2.

[0032] an example -4 -- it carried out like the example -3 the heat-resistant foaming particle (2 weight sections are included as ternary polymerization object [ of the polystyrene resin 50 weight section, the alpha-methyl-styrene resin 30 weight section, and the acrylonitrile resin 20 weight section ], and foaming agent) 102 weight section in which the foaming agent is already contained, and except having supplied the barium titanate 40 weight section (29 % of the weight) of 10 micrometers or less of mean diameters in the extruder as a high dielectric.

[0033] In example of comparison -4 example -3, it carried out like the example -3 except having not added the barium titanate as a high dielectric.

[0034] A result is summarized in Table -2.

(表-2)

ロット	嵩比重	比誘電率	誘電正接	寸法変化率 (%)
実施例-3	0.05	1.30	0.0027	0.3
	0.10	1.58	0.0030	0.3
	0.14	1.85	0.0031	0.3
	0.18	2.11	0.0032	0.3
実施例-4	0.08	1.40	0.0036	0.3
	0.11	1.53	0.0037	0.3
	0.20	2.00	0.0042	0.2
比較例-4	0.10	1.15	0.0005	0.3
	0.28	1.38	0.0005	0.3
	0.44	1.56	0.0006	0.3

[0035] The result shown in Table -2 shows the following things.

1) Although the example -3 was an example which scoured the high dielectric material 40% of the weight to the heat-resistant foaming particle which uses the presentation of the polystyrene resin 85 weight section and the polyphenylene ether resin 15 weight section as base material resin, it showed specific inductive capacity 2.11 by relative bulk density 0.18. Moreover, the value of a dielectric dissipation factor also satisfied 0.005 or less, and there were also few 85-degree C dimensional changes.

2) Although the example -4 was an example which scoured the high dielectric material 29% of the weight to heat-resistant foaming \*\*\*\* which uses the ternary polymerization object of the polystyrene resin 50 weight section, the alpha-methyl-styrene resin 30 weight section, and the acrylonitrile resin 20 weight section as base material resin, it showed specific inductive capacity 2.00 by relative bulk density 0.20. Moreover, the value of a dielectric dissipation factor also satisfied 0.005 or less, and there were also few 85-degree C dimensional changes.

3) although its value of a dielectric dissipation factor was low although the example -4 of a comparison was the system which did not add a high dielectric material to the heat-resistant foaming particle which uses the presentation of the polystyrene resin 85 weight section and the polyphenylene ether resin 15 weight section as base material resin, and there were also few dimensional changes on

the other hand -- relative bulk density -- 0.44 -- even if -- specific inductive capacity was 1.56 and a low value.

[0036]

[Effect of the Invention] The variation of specific inductive capacity can offer small the dielectric foam which the dielectric dissipation factor excelled [ specific inductive capacity /; ] in the light weight which is 0.005 or less and are; specific gravity 0.3 thru/or 0.02g/ml within the limits of 1.0 thru/or 2.0 to; temperature change (-40 thru/or 80 degrees C) which holds the thermal resistance of 80 degrees C or more, and has dimensional stability by this invention as stated above. These dielectric foam can be used for various applications besides dielectric materials, especially dielectric materials aiming at using it on the outdoors like the spherical mold dielectric lens using the principle of a roux NEBERUKU lens.

---

[Translation done.]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2001-250423  
(P2001-250423A)

(43)公開日 平成13年9月14日 (2001.9.14)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	データベース(参考)
H 0 1 B 3/00		H 0 1 B 3/00	A 4 F 0 7 4
C 0 8 J 9/04	C E T	C 0 8 J 9/04	C E T 4 J 0 0 2
	C E Z		C E Z 5 G 3 0 3
	1 0 1		1 0 1 5 J 0 2 0
C 0 8 K 3/00		C 0 8 K 3/00	

審査請求 未請求 請求項の数3 OL (全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2000-58786(P2000-58786)

(22)出願日 平成12年3月3日(2000.3.3)

(71)出願人 000000077

アキレス株式会社

東京都新宿区大京町22番地の3

(72)発明者 中山 直樹

栃木県足利市五十部町878-8

(74)代理人 100068618

弁理士 専 経夫 (外3名)

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 耐熱性誘電発泡体

(57)【要約】

【課題】アンテナ、レーザー反射器等用の屋外で使用可能な誘電体材料として80℃以上の耐熱性および寸法安定性をもち、温度変化による比誘電率の変化の小さい、軽量の、耐熱性複合誘電発泡体を提供する。

【解決手段】 耐熱性樹脂よりなる発泡体に誘電体セラミックスが実質的に均一に分散されている誘電発泡体であって、比誘電率が1.0乃至2.0の範囲の値を有し、誘電正接が0.005以下の値を示し、そして比重が0.3乃至0.02g/mlの値であることを特徴とする耐熱性誘電発泡体。上記耐熱性樹脂は、スチレン系樹脂50乃至95重量部及びポリフェニレンエーテル系樹脂50乃至5重量部よりなるものが好ましい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 耐熱性樹脂よりなる発泡体に誘電体セラミックスが実質的に均一に分散されている誘電発泡体であって、比誘電率が1.0乃至2.0の範囲の値を有し、誘電正接が0.005以下の値を示し、そして比重が0.3乃至0.02g/mlの値であることを特徴とする耐熱性誘電発泡体。

【請求項2】 前記耐熱性樹脂は、スチレン系樹脂50乃至95重量部およびポリフェニレンエーテル系樹脂50乃至5重量部よりなることを特徴とする請求項1記載の耐熱性誘電発泡体。

【請求項3】 発泡体中に分散された前記誘電体セラミックスは主に粉末状またはウイスキー状のものより成り、かつ、該誘電体セラミックスの含有量は前記発泡体を構成する前記耐熱性樹脂および該誘電体セラミックスの合計量に基づいて5重量%以上乃至50重量%以下であることを特徴とする請求項1記載の耐熱性誘電発泡体。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、発泡誘電材料からなる耐熱性誘電発泡体に関する。また、本発明は誘電体として使用できる発泡体、特にルーネベルクレンズの原理を利用した球状型誘電体レンズを構成する各層の誘電材料に使用することができる発泡体を提供するものである。

## 【0002】

【従来の技術】ルーネベルクレンズの原理を利用した球状型誘電体レンズは、古くから知られており、その特性からレーダー電波反射器、アンテナ等に利用されている。特公昭43-27061号公報には、この種の誘電体の構造体に関する開示がある。この公報において、球状型誘電体レンズの理想的な形は、球体の中心部の誘電率が2.0と言われており、それより外側に向かうにつれて誘電率が低下していき、最外層の表皮部では1.0になる様に連続的に誘電率が変化する球体であることが教示されている。しかし、実際にこの様に連続的に比誘電率が変化する球体を作製することは、製造上の困難と多大な費用を伴うため、通常は、比誘電率の異なる複数（5乃至15層）の球状の誘電体を同心の中心部から外側に向かって層状に積み重ねた構造を球状型誘電体レンズとしている。すなわち、最外層の比誘電率を1.0近くにし、その後、内層に向かうに従って比誘電率を高くしていき、中心部のコア層は2.0近くの比誘電率とする構造をもつ球体として製造されている。

【0003】これら層状の球体を構成する誘電体材料としては、特公昭56-38003号公報にプラスチック誘電体に平均粒径0.1mmないし1.0mm程度のアルミニウム金属粒を入れてなる複合誘電体材料が開示されている。また、特公昭60-52528号公報には、

発泡プラスチック粒またはガラスバルーン、シラスバルーンなどの無機質中空体粒とこれらの表面を金属の薄膜で覆った金属被膜粒とを所望の比誘電率が得られるように適切な混合比で混合してなる混合誘電体材料が開示されている。さらに特公昭61-21147号公報には、発泡性樹脂と親和性がありかつ界面活性剤を含有する樹脂で金属箔の片面ないし両面を被覆した金属箔フレークを発泡性樹脂に混合してなる誘電体材料が開示されている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】ところで、レーダー反射機、アンテナとして利用されるルーネベルクレンズの原理を利用した球状誘電体レンズは、その多くが屋外のあらゆる場所で長期に渡り使用されることを想定しなければならない。例えば、赤道直下での炎天下では誘電体レンズの内部温度は80℃を越えることもあり、また高緯度下での真冬には氷点下以下の温度状態になる。この激しい温度変化の中で、長期に渡り安定な性能を保持するには、十分な耐熱性能と高い寸法安定性能を持ち合わせていなければならない。また、これらの使用条件を考慮した温度範囲（-40乃至80℃）において、比誘電率の変化が小さくなければ、安定した性能を保持することができない。さらに、球状型誘電体レンズのための誘電材料としての性能を左右する大事な特性として、誘電正接（ $\tan \delta$ ）の数値がある。これは、誘電損失を表す指標になるが、比誘電率が所望する1.0乃至2.0の範囲に入っていたとしても、この誘電正接が大きいと該材料における誘電率の損失（ロス）が大きく発生してしまう為、レーザー反射機またはアンテナとしての性能が十分に発揮できなくなる。従って、この誘電正接（ $\tan \delta$ ）の値は、0.005以下にする必要がある。また、多層の成形体の容積が大きくなると運搬や、さらにこれを設置するのにも、多大な労力と費用がかかるため、軽量であること、即ち比重が小さいことが望ましい。

【0005】これらの課題を解決すべく、従来技術において幾つかの提案や試みがなされてきた。

1) 特公昭56-38003号公報においてはプラスチック誘電材料として、比重0.117g/mlの発泡ポリスチロールを用い、これに直径約0.5乃至1.0mmの高純度アルミニウム粒子を適量混合した後、酢酸ビニルポリマーをバインダーとしてこれらを成形体になっている。しかしこの場合、比重の軽い発泡ポリスチロールと比重の重いアルミニウム粒子とを均一に混合することは極めて難しく、成形体とした時に成形体の内部において、比重のバラツキ、アルミニウムの濃度バラツキが生じてしまう。また、酢酸ビニルポリマーをバインダーとしているが、この量が少ないと、接着が不十分となり成形体は極めて脆い物となるし、また多いと、成形体とした場合の誘電率を上げる作用が減少することから、そのバイン

ダーの配合量の調節が難しい。また、この実施例から、比誘電率が2を得る為の比重としては、0.3g/ml以上が必要となっている。

【0006】2) 特公昭60-52528号公報で開示されているのは20乃至30倍に発泡したプラスチック粒子に、発泡プラスチック粒子の表面を蒸着などの方法で銅、アルミニウムなどの金属の薄膜で覆った金属被膜粒子を適宜混合し、熱発泡して成形する方法である。この文献では上記1)の特公昭56-38003号公報に見られる比重の異なる誘導体を混合するために生じる不均一な混合および比誘電率を上げることによって比重も大きくなる問題を解決しているが、新たな問題が生じている。すなわち、熱成形とは、水蒸気等による熱で型内にある樹脂粒子を相互に熱融着することであるが、表面を金属の薄膜で覆われた金属被膜粒子には、もちろん熱融着性はなく、成形することはできない。従って、誘電率を上げるために金属被膜粒子の混合割合を増やしていくと、成形体の融着性は急激に低下し強度物性の弱い実用に耐えられない物になってしまうのである。さらに、発泡プラスチック粒子の表面を金属で蒸着する場合には、多大な労力と費用がかかり現実的ではない。

【0007】3) 特公昭61-21147号公報においてはある条件のもとで表面処理した金属箔フレークを発泡ポリスチレンと押出機内部で混練りし、ストランドとした後裁断してペレットとしている。この方法によれば、複合材料を均質に混合できないこと、比誘電率を上げると比重が大きくなることおよび成形時に金属離脱が生ずるといった先の2つの公報に示された誘電体材料の欠点は解消するが、金属箔フレークを使用している為、誘電正接が高くなる。また、この文献において得られた発泡性誘電体の性能として、実施例の中に発泡体の比誘電率と比重の関係が開示されているが、いずれの発泡体の比重も0.3以上であり、全て高密度であることが分かる。

【0008】以上のように、従来技術では実用的で十分な性能を持った誘電体材料を得ることができなかった。本発明はこのような背景に基づいてなされたものである。即ち、ルーネベルクレンズの原理を利用した球状型誘電体レンズのような屋外で使用することを目的とする適切な誘電体材料を得るために：

- 1) 屋外炎天下での使用も可能な80℃以上、特に80℃乃至100℃の耐熱性を保持してその範囲では高い満足な寸法安定性を有する；
- 2) 温度変化(-40乃至80℃)に対して比誘電率の変化量が小さい；
- 3) 比誘電率が1.0乃至2.0の範囲内において、誘電正接が0.005以下である；ならびに、
- 4) 軽量である；という条件を満たさなければならない。本発明はこの課題を満たす発泡誘電体材料を提供することを目的としている。

【0009】本発明者は誘電体材料として、ポリスチレンが優れた比誘電率および極めて低い誘電正接を有すること、ならびにその発泡性能に着目し、上記課題を解決するべく鋭意検討した。その結果スチレンをベースとしたブレンド又は共重合体、ならびにスチレン単体の中から特別な組合せの樹脂系を選択して耐熱性樹脂とし、また高誘電体材料であるセラミックスを特定の割合で選択して、上記樹脂と混合して複合材料を作製することにより、球状型誘電体レンズの用途に適した新規な耐熱性発泡体を発明するに至ったのである。

【0010】

【課題を解決するための手段】高分子材料には、それぞれ固有の比誘電率と誘電正接を持ち合わせているが、この中で、ポリスチレンは、未発泡の状態では比誘電率2.5前後でありまた誘電正接は0.0002前後と低い値を保持している。したがってこのポリスチレンを適宜発泡することにより、その比重差に従って、2.5前後以下の比誘電率を有する発泡体を調製することは可能である。しかし、上記課題である比誘電率1.0乃至2.0を作製しようとした場合、特に比誘電率1.5以上の部分を得るには、比重を0.4前後以上にしなければならず、軽量でなくなってしまう。このためポリスチレンの誘電特性を利用しつつ軽量化を図るために他の誘電特性を有する材料を混合する。ここで単に誘電材料の比誘電率を高くする場合には、上述した引用文献のように高分子材料に金属粉、金属箔(アルミフレーク)等を使用することにおいても可能であるが、この場合は誘電正接の値も高くしてしまうので、好ましくない。加えてまた、金属を使用する場合には温度変化に対する比誘電率の変化量が大きいので適したものとはいえない。一方、特有の誘電特質をもつ誘電体セラミックスは、耐熱性発泡体に混合することによって比誘電率を高くする作用がある。しかも本発明の耐熱性樹脂に使用する場合、誘電体セラミックスの混合によって、上記課題に示した安定で高い比誘電率、低い誘電正接および軽量化の条件を満足させることができることがわかった。

【0011】さらに、発泡ポリスチレンの耐熱性は80℃が限界であり、この温度以上の使用では、急激な寸法の収縮が見られ、各層の間に隙間が生じてしまう。このため、上記のようなルーネベルクレンズの原理を利用した球状型誘電体レンズへの使用には不適切である。そこでスチレン系樹脂に耐熱性能を付与してその寸法安定性を確保し、耐熱性樹脂を作成するために、本発明者らはスチレン系単量体、共重合体、またはそれらと他の樹脂のブレンドについて検討した。その結果、スチレン系樹脂とポリフェニレンエーテル系樹脂などの耐熱性に優れた樹脂とのブレンドがもっとも優れていることを見出した。

【0012】従って、本発明は耐熱性樹脂よりなる発泡体に誘電体セラミックスが実質的に均一に分散されてい

る誘電発泡体であって、比誘電率が1.0乃至2.0の範囲の値を有し、誘電正接が0.005以下の値を示し、そして比重が0.3乃至0.02g/mlの値であることを特徴とする耐熱性誘電発泡体に関する。好ましくは前記耐熱性樹脂が、スチレン系樹脂50乃至95重量部およびポリフェニレンエーテル系樹脂50乃至5重量部よりなることを特徴とする。さらに上記発泡体中に分散された前記誘電体セラミックスは主に粉末状またはウィスカー状のものより成り、かつ、該誘電体セラミックスの含有量は前記発泡体を構成する前記耐熱性樹脂および該誘電体セラミックスの合計量に基づいて5重量%以上乃至50重量%以下であることを特徴とする。

#### 【0013】

【発明の実施の形態】本発明の耐熱性誘電発泡体に使用する誘電体セラミックスとしては、チタン酸バリウム、チタン酸カルシウム、チタン酸マグネシウム、チタン酸ストロンチウム、チタン酸鉛等があり、これらを単独でまたは適宜混合して用いることができる。これらのセラミックスは粉末状またはウィスカー状で添加される。通常セラミックス粉末は分散性および造粒の際の取扱易さを考慮して平均粒径10 $\mu$ m以下のものを使用するのが好ましい。またウィスカーでは繊維径0.1~10 $\mu$ m、および長さ1~100 $\mu$ m程度の範囲のものが使用できる。この誘電体セラミックスは、耐熱性誘電発泡体中における耐熱性樹脂と誘電体セラミックスの合計量に基いて5重量%以上乃至50重量%以下、好ましくは20重量%以上乃至40重量%以下であることが望ましい。セラミックスが耐熱性誘電発泡体中における耐熱性樹脂と誘電体セラミックスの合計量に基いて50重量%を越えて添加されると、発泡が困難となるため、得られた発泡体は所望する密度が得られない他、該発泡体の物性も脆いものとなるので使用に耐えられない。また反対に、セラミックスへの添加が5重量%未満では、発泡体に対する比誘電率の向上効果がありなく、従ってその比重を小さくすることができない。

【0014】次に本発明の耐熱性誘電発泡体に使用する耐熱性樹脂は、スチレンの高い比誘電率、誘電正接を利用するべくスチレンをベースとしたブレンド又は共重合体、ならびにスチレン単体の中からの樹脂系の特別な組合せを含むものである。その中でスチレン系樹脂の耐熱性を向上させるためにポリフェニレンエーテル系樹脂をブレンドした場合がもっとも優れていた。特に、耐熱性樹脂がスチレン系樹脂50乃至95重量部及びポリフェニレンエーテル系樹脂50乃至5重量部よりなる樹脂からなる場合が望ましい。また、スチレン系樹脂70乃至85重量部及びポリフェニレンエーテル系樹脂30乃至15重量部からなる耐熱性樹脂はさらに好ましい。このブレンドにおいてはポリフェニレンエーテル系樹脂が5重量部以下であると、ポリスチレンに対する所望の耐熱性能（融点の上昇効果）が十分に得られない。また、5

0重量部を超えて添加されると、ポリスチレンの耐熱性能は向上するものの、通常の発泡条件では発泡が困難となり、所望する倍率にすることができない。また、誘電正接の値も悪くなることから望ましくない。

【0015】さらに本発明の耐熱性樹脂のための基材樹脂としては、上記ブレンドのほかに、 $\alpha$ -メチルスチレン-スチレン共重合体、 $\alpha$ -メチルスチレン-アクリロニトリル共重合体、スチレン- $\alpha$ -メチルスチレン-アクリロニトリルの三元共重合体、スチレン-無水マレイン酸共重合体、スチレン-マレイミド誘導体との共重合体、スチレン-アクリル酸エステル共重合体、スチレン-メタクリル酸エステル共重合体、スチレン-アクリルまたはメタクリル酸共重合体等のスチレン共重合体を選択することも可能である。この場合であっても全樹脂中に含まれるスチレン、または $\alpha$ -メチルスチレン、またはスチレンと $\alpha$ -メチルスチレンの合計の量が全樹脂100重量部中の50重量部以上でなければならない。これらの樹脂が50重量%以下になると、発泡体にした際の誘電正接の値が悪くなり、所望する0.005以下の値を保持することができない。なお本発明において「耐熱性樹脂」は上記に示したブレンドまたは共重合体の如き、主要な樹脂成分（基材樹脂）の他に、発泡剤以外の他の各種添加剤、改質剤並びに助剤をその成分として必要に応じて含むものを意味すると理解するべきである。

【0016】一般に上記スチレン系樹脂とポリフェニレンエーテル系樹脂とのブレンドである耐熱性樹脂を作製するには従来から公知の技術、例えば、

1) ポリフェニレンエーテル系樹脂をスチレン系モノマーに溶解し、重合開始剤を加えて水系で懸濁重合して耐熱性樹脂粒子を得る方法；

2) スチレン系樹脂とポリフェニレンエーテル系樹脂とを押出機で混練りして押出し、耐熱性樹脂ペレットを得る方法等が用いられる。本発明の発泡体を製造するにあたっては、実際的には耐熱性樹脂に発泡剤を含浸した耐熱性発泡樹脂粒子（ペレット）が用いることができる。上記の作製した耐熱性樹脂に発泡剤を含浸する方法も従来から公知の技術がそのまま使え、例えば、

3) 懸濁重合で得た耐熱性樹脂粒子、または押出機より得た耐熱性樹脂ペレットを懸濁系において発泡剤を含浸する方法；

4) 押出機内で、スチレン系樹脂とポリフェニレンエーテル系樹脂とが混練りされた後に、押出機内に発泡剤を添加し耐熱性樹脂に含浸し、発泡ペレットとして得る方法等がある。

【0017】さらに、本発明では、上記耐熱性樹脂に誘電体セラミックスを均一に含有させなくてはならない。このため耐熱性樹脂の懸濁重合系に誘電体セラミックスを多量に添加することが考えられるが、これによって該重合系が著しく不安定になることから、誘電体セラミックスは押出機において混合することが望ましい。従っ

て、その方法としては、

(A) スチレン系樹脂とポリフェニレンエーテル系樹脂とを押出機で混練りする際、高誘電体セラミックスも同時に混合してセラミックス入り耐熱性樹脂ペレットを得た後、該耐熱性樹脂ペレットを懸濁系において発泡剤を含浸して高誘電体セラミックスが均一に入った耐熱性発泡樹脂粒子を得る方法；

(B) 懸濁重合で得た耐熱性樹脂粒子、または押出機より得た耐熱性樹脂ペレットを懸濁系において発泡剤を含浸する方法（上記3）の方法）か、または押出機内で、スチレン系樹脂とポリフェニレンエーテル系樹脂とが混練りされた後に、押出機内に発泡剤を添加し耐熱性樹脂に含浸し、発泡ペレットとして得る方法（上記4）の方法）で得た耐熱性発泡樹脂粒子（ペレット）と高誘電体セラミックスを押出機内で混練り押出して、高誘電体セラミックスが均一に入った耐熱性発泡樹脂ペレットを得る方法；

(C) 押出機内で、スチレン系樹脂とポリフェニレンエーテル系樹脂との混練り時に高誘電体セラミックスも添加し、それらを混練後に、押出機内に発泡剤を添加し耐熱性樹脂に含浸し、発泡ペレットとして得ることにより高誘電体セラミックスが均一に入った耐熱性発泡樹脂ペレットを得る方法；等がある。また、スチレン系共重合体を基材樹脂とする耐熱性樹脂に、誘電体セラミックスを混合する場合も、基本的には上述のA）からC）の方法に準じて行うことができる。

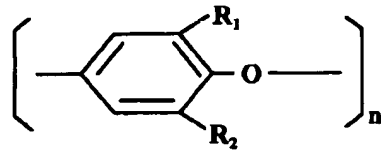
【0018】而して、作られた耐熱性発泡樹脂粒子（ペレット）は、通常、ドライヤーなどを用いた乾燥処理を十分に行なった後、篩分け機で所定の粒子径のものに分別され、次いで、例えば滑剤、帯電防止剤などのブレンド剤を分別された耐熱性樹脂粒子に混合され、その後、ドラム缶等の中に密封、梱包される。しかし、保管された耐熱性発泡樹脂粒子を必要により任意の見かけ比重にまで予備発泡し、次いで、常法に従い、予備発泡粒子を金型等の成形型内に充填し、そして蒸気を用いて加熱発泡することにより、予備発泡粒子を相互に融着させて、所望の形状（寸法）の発泡成形品（発泡体）を作ることができる。

【0019】耐熱性樹脂における上記スチレン系樹脂には、スチレン系単量体の単独重合体に限らず、他の単量体との共重合体（スチレン系単量体を50%以上の割合で使用して作られる。）が含まれる。スチレン系単量体には、単独のスチレンの他に、 $\alpha$ -メチルスチレン、エチルスチレン、p-クロロスチレン等の置換スチレンが含まれる。また、共重合体の相手方の単量体には、メチルメタクリレート、メチルアクリレート、ブチルメタ

クリレート、ブチルアクリレート等の（メタ）アクリレート、並びに、アクリロニトリル、ビニルトルエン、ビニルカルバゾール等のビニル系単量体などが挙げられる。これらは単独で用いてもよく、2種以上のものを併用してもよい。従って、本発明に用いるスチレン系樹脂としては、ポリスチレンの他、ポリ $\alpha$ -メチルスチレン、ポリp-クロロスチレン等のポリ置換スチレンの他、スチレンと置換スチレン（例えば $\alpha$ -メチルスチレン等）との共重合体、あるいは、スチレンとビニル系単量体（例えばアクリロニトリル）との共重合体などが挙げられる。より好ましいスチレン系樹脂としては、ポリスチレン、ポリスチレン-ブタジエン共重合体、ポリスチレン-無水マレイン酸共重合体、ポリスチレン-アクリロニトリル共重合体、スチレンのグラフト共重合体などが挙げられる。また、上記のスチレン系樹脂としては、通常、重量平均分子量150,000ないし500,000を有する、より好ましくは重量平均分子量200,000ないし300,000を有する高分子量のスチレン系樹脂が使用されるが、部分的に、より低分子量のスチレン系樹脂をブレンドすることも可能である。

【0020】また、上記のスチレン系樹脂には、懸濁重合により新規に合成されたスチレン系樹脂に限られず、スチレン系樹脂発泡体などの再利用（リサイクル）化によって再生されたスチレン系樹脂が適用される。再生されたスチレン系樹脂を耐熱性樹脂の原料に用いることは、資源の再利用および環境保護の面からも好ましいことである。従って、近年では、再生されたスチレン系樹脂の利用が急速に進んでいる。再生されたスチレン系樹脂には、市場に流通し使用されたスチレン系樹脂およびスチレン系樹脂発泡体を回収し、続いて該発泡体においては熔融等によって減容し、次いで、回収されたスチレン系樹脂を裁断によって細かく粉碎し、そして、その粉碎物を押し出し機内に投入し、押し出し成形することにより、得られるところのペレット形態のスチレン系樹脂粒子（所謂、再生ペレット）が含まれる。また、耐熱性樹脂粒子の生産工場内において、その製造過程で生じるオフグレードの耐熱性樹脂粒子、即ち粒径が0.5mm未満もしくは粒径が2mmを越えスチレン系樹脂発泡体の一般的な用途に適さない要求品質外の耐熱性樹脂粒子を回収し、これを押し出し成形することにより、得られるところの再生ペレットもまた、再生されたスチレン系樹脂として、本発明におけるスチレン系樹脂に利用することができる。

【0021】また、スチレン系樹脂とのブレンド成分としてのポリフェニレンエーテル系樹脂は、次式I【化1】



(式中、 $R_1$  および  $R_2$  は、互いに独立して炭素原子数 1 ないし 4 のアルキル基またはハロゲン原子を表し、 $n$  は、重合度を表す。) で表されるポリフェニレンエーテル系樹脂をいい、その具体的な例としては、ポリ(2,6-ジメチルフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2,6-ジエチルフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2,6-ジクロロフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2-メチル-6-エチルフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2-クロロ-6-メチルフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2-メチル-6-イソプロピルフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2,6-ジ- $n$ -プロピルフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2-ブromo-6-メチルフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2-クロロ-6-ブromoフェニレン-1,4-エーテル)、ポリ(2-クロロ-6-エチルフェニレン-1,4-エーテル)などが挙げられる。重合度  $n$  は、10~5000 であればよく、5000 を越えると、均一な耐熱発泡体が得られにくく、10 未満では、目的の耐熱性を有する発泡体が得られにくい。

【0022】また本発明の耐熱性樹脂において(揮発性)発泡剤は、通常、スチレン系樹脂 100 重量部に基づいて、2 ないし 10 重量部の、より好ましくは 2 ないし 5 重量部で使用される。揮発性発泡剤としては、例えばプロパン、ブタン、 $n$ -ペンタン、イソペンタン、ヘキサン等の脂肪族炭化水素、または、塩化メチル、フロン等のハロゲン化炭化水素が利用される。これら揮発性発泡剤は、単独で使用してもよく、また二種以上の組合せで使用してもよい。しかしながら、環境破壊の要因となりにくい脂肪族炭化水素が好ましく用いられる。発泡性樹脂粒子の乾燥処理の際に揮発性発泡剤の逸散が少なく、かつ、発泡成形品とした場合の発泡剤残留量が少ないといった点から、ブタンまたはペンタンがより好ましく用いられ、中でもペンタンが最も好ましく用いられる。発泡剤を既に含んでいるオフグレードの耐熱性樹脂粒子を原料として用いた場合を除いて、スチレン系樹脂粒子に対する揮発性発泡剤の含浸処理が為される。

【0023】本発明の耐熱性樹脂の中に必要に応じて適当な量で配合することができる他の各種の添加剤、改質剤並びに助剤は例えば、難燃剤、可塑剤、帯電防止剤、着色剤、滑剤等である。これら薬剤は、従来耐熱性樹脂粒子において利用されているものより適宜選択して使用され、スチレン系樹脂の押出し成形の工程もしくは発泡剤の含浸の工程において添加される。例えば、難燃剤としては、ヘキサブromシクロドデカン、テトラブromビ

スフェノール A、ペンタブromモノクロルシクロヘキサンなどが挙げられる。また、可塑剤の例としては、DOP、DOA、DBP、ヤシ油、パーム油等が挙げられる。

【0024】耐熱性樹脂よりなる発泡体に誘電体セラミックスが実質的に均一に分散されている本発明に係る誘電性発泡体は、上記課題である「80℃以上の耐熱性を有し;温度変化(-40乃至80℃)に対して比誘電率の変化量が小さく;比誘電率が 1.0 乃至 2.0 の範囲内において、誘電正接が 0.005 以下であり;比重が 0.3 乃至 0.02 g/ml と極めて軽量である」誘電発泡体の条件を全て満たす優れた発泡体である。従って、本発明の耐熱性誘電発泡体はレーダー電波反射器、例えば上記ルーネベルクレンズの原理を利用した球状型誘電体レンズを利用するレーダー電波反射器用のまたはアンテナ用の誘電体材料として使用でき、また誘電体材料を使用する他の慣用のさまざまな用途に使用できる。なお、本明細書中に記載する比誘電率及び誘電正接の値は、板状試料を使用する空洞共振法によって測定することができる。即ち、空洞共振器に厚さ  $d$  の試料を挿入し、軸長変化法で同調をとり、つぎに、被測定試料を除去し、再び軸長変化法により同調させ、両者の軸長の差  $s$  を測定する。得られた  $s$  値と  $d$  値とを所定の計算式に当てはめることにより比誘電率及び誘電正接は算出される(鈴木桂二著、「マイクロ波測定」、高周波計測全書 No.4、コロナ社刊、第3版、1961年、180頁~205頁)。

#### 【0025】

【実施例】本発明を以下の実施例でさらに詳細に説明するが、これらの実施例は本発明を限定することを目的とするものではない。

#### 【0026】実施例-1

主原料のポリスチレン樹脂 85 重量部及びポリフェニレンエーテル樹脂 15 重量部、高誘電体として平均粒径 10  $\mu$ m 以下のチタン酸バリウム 25 重量部(20 重量%)を押出機内に投入し、これを加熱による熔融そしてスクリュによる混練りに続いて、ストランドの形態にて押出し、その後そのストランドをロータリー式ベレタイザーにおいて切断し、ベレット化した。得られた誘電体を含有した耐熱性の樹脂ベレット 1500 gr を 5 L のオートクレーブ中に入れ、さらに、イオン交換水 2500 gr、分散剤としてリン酸三石灰 15 gr およびドデシルベンゼンスルホン酸ナトリウム 0.15 gr をオートクレーブ内に投入し、続いて、この混合物を攪拌しながら、揮発性発泡剤の  $n$ -ペンタン 150 gr (樹脂

ペレットに対して10重量%)を圧入した。次いで、オートクレーブ内の水性懸濁系を130℃に昇温し、その状態を6時間保持することにより、n-ペンタンを樹脂ペレットに含浸せしめた。この処理の後、水性懸濁系を室温まで冷却し、生成した耐熱性複合誘電発泡樹脂粒子を、水洗後遠心分離機により脱水し、ドライヤーで乾燥後20℃室温で5日間熟成した。この様にして得られた耐熱性複合誘電発泡樹脂粒子は、水蒸気により予備発泡を行い、表-1の嵩比重にした。予備発泡粒子を熟成した後、自動成形機の成型型内に投入して成形し、30×30×5cmの成型品を得た。この成型品の一部を50×50×1.0mmに切り出し、前記板状試料を使用する空洞共振法により12GHzでの比誘電率、誘電正接(tanδ)を測定した。この結果を表-1に示した。また、上記成型品より、10×10×2.5cmの大きさの試料を切り出しこれを、発泡成形より後5日目に85℃のオープンに入れ、その状態を1週間保持した。その後、試料をオープンより取り出しその縦、横の長さ、および厚みを計測し、オープンに入れる前の寸法との変化(収縮)を寸法変化率として求めた。寸法変化率がよ

り小さい程、発泡成形品の寸法収縮が少なく、耐熱性はより高いと認められる。

#### 【0027】実施例-2

実施例-1において、主原料のポリスチレン樹脂を70重量部及びポリフェニレンエーテル樹脂を30重量部に変更する以外は、実施例-1と同様に行った。

#### 【0028】比較例-1

実施例-1において、主原料のポリスチレン樹脂を100重量部として、ポリフェニレンエーテル樹脂を用いず、かつ高誘電体としてチタン酸バリウムを添加しなかった以外は、実施例-1と同様に行った。

#### 比較例-2

実施例-1において、主原料のポリスチレン樹脂を100重量部として、ポリフェニレンエーテル樹脂を用いなかった以外は、実施例-1と同様に行った。

#### 比較例-3

実施例-1において、主原料のポリスチレン樹脂を40重量部及びポリフェニレンエーテル樹脂を60重量部に変更する以外は、実施例-1と同様に行った。

【0029】結果を表-1にまとめる。

(表-1)

ロット	嵩比重	比誘電率	誘電正接	寸法変化率(%)
実施例-1	0.03	1.15	0.0012	0.3
	0.09	1.41	0.0014	0.3
	0.17	1.73	0.0017	0.3
	0.24	2.01	0.0019	0.2
実施例-2	0.08	1.35	0.0017	0.2
	0.16	1.70	0.0021	0.2
	0.26	2.07	0.0023	0.1
比較例-1	0.05	1.08	0.0001	2.3
	0.11	1.15	0.0001	1.9
	0.25	1.80	0.0001	1.9
	0.38	1.45	0.0002	1.7
比較例-2	0.1	1.41	0.0011	1.8
	0.18	1.72	0.0014	1.6
	0.24	2.03	0.0016	1.6
比較例-3	0.25	2.03	0.0052	0.1
	0.29	2.24	0.0054	0.1
	0.38	2.63	0.0057	0.1以下

【0030】表-1に示された結果から以下のことがわかる。

1) 実施例-1のポリフェニレンエーテル樹脂15重量部、高誘電体としてチタン酸バリウム20重量%入った系では、比重が0.3以内で所望する比誘電率2.0以上を確保することができ、誘電正接の値も低い。さらに、85℃オープン中での寸法変化率も0.2~0.3%と低い値である。

2) 実施例-2のポリフェニレンエーテル樹脂30重量部、高誘電体としてチタン酸バリウム20重量%入った系では、比重が0.3以内で所望する比誘電率2.0以上を確保することができ、誘電正接の値も低い。さらに、85℃オープン中での寸法変化率も0.1~0.2

%と低い値である。一方、これら実施例に対し、

3) 比較例-1は、ポリフェニレンエーテル樹脂、高誘電体としてのチタン酸バリウムが添加されていない系であるが、比重が0.3を越えても比誘電率は1.5以内の低い値であった。誘電正接の値は低いが、85℃オープン中での寸法変化率は、1.7~2.3%と大きく、この温度での使用では大きな寸法収縮が生じることが分かった。また、

4) 比較例-2は、ポリフェニレンエーテル樹脂が添加されていない系であるが、比誘電率及び誘電正接の値は良好であるものの、85℃オープン中での寸法変化率は、1.6~1.8%と大きく、この温度での使用では大きな寸法収縮が生じることが分かった。さらに、

5) 比較例-3は、ポリフェニレンエーテル樹脂が60重量部と多い系であるが、発泡力が低く、比重が重くなっている。また、ポリフェニレンエーテル樹脂の量が多いために誘電正接の値も高い。

#### 【0031】実施例-3

既に発泡剤が入っている耐熱性発泡粒子（ポリスチレン樹脂85重量部及びポリフェニレンエーテル樹脂15重量部、発泡剤として2重量部を含む）102重量部と、高誘電体として平均粒径10 $\mu$ m以下のチタン酸バリウム67重量部（40重量%）を押出機内に投入し、これを加熱による熔融そしてスクリュエーによる混練りに続いて、ストランドの形態にて押出し、その後そのストランドをロータリー式ペレタイザーにおいて切断して、発泡剤が入った耐熱性複合誘電発泡樹脂ペレットを得た。このペレットを実施例-1と同様に予備発泡から成形ま

(表-2)

ロット	嵩比重	比誘電率	誘電正接	寸法変化率 (%)
実施例-3	0.05	1.30	0.0027	0.3
	0.10	1.58	0.0080	0.3
	0.14	1.85	0.0031	0.3
	0.18	2.11	0.0032	0.3
実施例-4	0.08	1.40	0.0036	0.3
	0.11	1.53	0.0037	0.3
	0.20	2.00	0.0042	0.2
比較例-4	0.10	1.15	0.0005	0.3
	0.28	1.38	0.0005	0.3
	0.44	1.56	0.0006	0.3

【0035】表-2に示された結果から以下のことがわかる。

1) 実施例-3は、ポリスチレン樹脂85重量部及びポリフェニレンエーテル樹脂15重量部の組成を基材樹脂とする耐熱性発泡粒子に高誘電材料を40重量%練り込んだ例であるが、嵩比重0.18で比誘電率2.11を示した。また、誘電正接の値も0.005以下を満足し、かつ85℃での寸法変化も少なかった。

2) 実施例-4は、ポリスチレン樹脂50重量部、 $\alpha$ -メチルスチレン樹脂30重量部、アクリロニトリル樹脂20重量部の三元共重合体を基材樹脂とする耐熱性発泡粒子に高誘電材料を29重量%練り込んだ例であるが、嵩比重0.20で比誘電率2.00を示した。また、誘電正接の値も0.005以下を満足し、かつ85℃での寸法変化も少なかった。

3) 一方、比較例-4は、ポリスチレン樹脂85重量部

を行い評価した。この結果を表-2にまとめた。

#### 【0032】実施例-4

既に発泡剤が入っている耐熱性発泡粒子（ポリスチレン樹脂50重量部、 $\alpha$ -メチルスチレン樹脂30重量部、アクリロニトリル樹脂20重量部の三元共重合体、発泡剤として2重量部を含む）102重量部と、高誘電体として平均粒径10 $\mu$ m以下のチタン酸バリウム40重量部（29重量%）を押出機内に投入した以外は、実施例-3と同様に行った。

#### 【0033】比較例-4

実施例-3において、高誘電体としてのチタン酸バリウムを添加しなかったこと以外は実施例-3と同様にして行った。

#### 【0034】結果を表-2にまとめる。

及びポリフェニレンエーテル樹脂15重量部の組成を基材樹脂とする耐熱性発泡粒子に高誘電材料を添加しなかった系であるが、誘電正接の値は低く、寸法変化も少なかったが、嵩比重を0.44にしても比誘電率は、1.56と低い値であった。

#### 【0036】

【発明の効果】以上に述べたように本発明により、80℃以上の耐熱性を保持し寸法安定性を有する；温度変化（-40乃至80℃）に対して比誘電率の変化量が小さく；比誘電率が1.0乃至2.0の範囲内において、誘電正接が0.005以下であり；比重0.3乃至0.02g/mlの軽量で優れた誘電発泡体を提供することができる。これらの誘電発泡体は誘電体材料特に、ルーネベルクレンズの原理を利用した球状型誘電体レンズのような屋外で使用することを目的とする誘電体材料の他、さまざまな用途に使用することができる。

フロントページの続き

(51)Int. Cl.<sup>7</sup>

C 08 K 7/00

C 08 L 25/04

101/00

識別記号

F I

C 08 K 7/00

C 08 L 25/04

101/00

(参考)

H01Q 15/08  
/(C08L 25/04  
71:12)

H01Q 15/08  
(C08L 25/04  
71:12)

Fターム(参考) 4F074 AA32 AA77 AC35 AE04 BA36  
BA37 BA38 BA40 BA44 BA53  
CA23 CA34 CA38 CC22X  
CC24Y CC47 DA02 DA22  
DA47  
4J002 BC031 BC041 BC061 BC071  
CH072 DE186 EA017 EB027  
FA066 FA086 FD116 FD327  
GQ02  
5G303 AA10 AB06 AB07 AB20 BA01  
BA12 CA01 CA09 CB03 CB06  
CB17 CB32 CB35  
5J020 AA02 BB02 BD03



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**